

脑小血管病影像学总负荷与中医络病证型分布的相关性

作者：耿艺娜 王华强 邱伟文^{1▲}

单位：浙江中医药大学附属丽水中医院神经内科，浙江丽水 323000

摘要：目的：探讨脑小血管病(CSVD)影像学总负荷与中医络病证型分布之间的关系。方法：选取2024年10月至2025年10月浙江中医药大学附属丽水中医院门诊和住院部收治的CSVD患者149例。对所有入组研究对象进行CSVD总负荷评估，包括腔隙(LI)、脑白质高信号(WMH)、脑微出血(CMB)、血管周围间隙(PVS)。同时完成中医络病辨证分型，包括脑络失荣、脑络瘀阻、脑络绌急、脑络瘀塞4种证型。结果：4种中医络病证型在不同严重程度的CSVD评分组别中分布具有差异性($P < 0.05$)。随着CSVD影像学总负荷加重，中医证型呈现由脑络失荣、脑络瘀阻为主向脑络绌急、脑络瘀塞为主演变趋势。脑络瘀塞型和脑络绌急型患者的白质高信号Fazekas分级及基底节PVS数量均显著高于脑络失荣型和脑络瘀阻型患者，脑络瘀阻型的CMB发生率最高，脑络瘀塞型的LI发生率最高(P 均 < 0.05)。结论：CSVD影像学总负荷与中医络病证型分布存在显著相关性，影像学总负荷评分越高，证型越趋向于脑络绌急、脑络瘀塞的复杂证型。这种影像学评分或可为中医络病辨证提供影像学参考。

关键词：脑小血管病；影像学总负荷；中医络病；辨证分型

中图分类号：R743；R224

Correlation Between Total Imaging Burden of Cerebral Small Vessel Disease and Distribution of Collateral Disease Syndrome Types in Traditional Chinese Medicine

GENG Yina, WANG Huaqiang, QIU Weiwen

Department of Neurology, Lishui TCM Hospital Affiliated to Zhejiang Chinese Medical University, Lishui 323000, Zhejiang China

Abstract: Objective To explore the relationship between the total imaging burden of Cerebral Small Vessel Disease (CSVD) and the distribution of Traditional Chinese Medicine (TCM) collateral disease syndrome types. **Methods** A total of 149 CSVD patients treated in the outpatient and inpatient departments of Lishui TCM Hospital Affiliated to Zhejiang Chinese Medical University from October 2024 to October 2025 were selected. The total CSVD burden was assessed for all enrolled subjects, including Lacunar Infarcts (LI), White Matter Hyperintensities (WMH), Cerebral Microbleeds (CMB), and Perivascular Spaces (PVS). Concurrently, TCM collateral disease syndrome differentiation was completed, categorizing patients into four syndrome types: brain collateral impoverishment (BCI), brain collateral stasis (BCS), brain collateral constraint (BCC), and brain collateral occlusion (BCO). **Results** The distribution of the four TCM collateral disease syndrome types differed significantly among CSVD burden groups of varying severity ($P < 0.05$). As the total CSVD imaging burden increased, the predominant TCM syndrome type evolved from BCI and BCS towards BCC and BCO. Patients with BCO and BCC types had significantly higher Fazekas grades for WMH and higher counts of basal ganglia PVS compared to those with BCI and BCS types. The BCS types had the highest incidence of CMB, while the BCO types had the highest incidence of LI (both $P < 0.05$). **Conclusion** A significant correlation exists between the total imaging burden of CSVD and the distribution of TCM collateral disease syndrome types. Higher total imaging burden scores are associated with a tendency towards the more complex syndrome types of BCC and BCO. This total imaging burden score may provide imaging-based evidence to inform TCM collateral disease syndrome differentiation.

Key words: Cerebral small vessel disease; Total imaging burden; Traditional Chinese medicine collateral disease; Syndrome differentiation

脑小血管病 (cerebral small vessel disease, CSVD) 是指各种病因影响脑内小动脉、微动脉、毛细血管、微静脉和小静脉所导致的一系列临床、影像、病理综合征^[1]。该病在老

1通信作者：邱伟文，电子邮箱：weiwenq@hotmail.com

年人群中高发，是导致卒中、认知功能障碍、步态异常情感障碍的重要原因，给社会和家庭带来了沉重的负担^{[2][3]}。CSVD 的影像学标志物包括脑微出血（cerebral microbleeds, CMB）、腔隙性脑梗死（lacunar infarcts, LI）、血管周围间隙（perivascular spaces, PVS）和脑白质高信号（white matter hyperintensities, WMH）^[4]。近年来提出的“CSVD 影像学总负荷”概念，通过整合上述多种标志物形成一个综合评分，能更全面地评估 CSVD 对全脑的累积损伤，相较于单一标志物展现出更高的临床预测价值^[5]。然而 CSVD 疾病治疗效果不理想，西医方面的同质化治疗可能是一个不可忽视的原因。而中医可审因论治，提出个体化治疗方案，对本病的预防及预后可能起到积极作用。中医学中虽无与 CSVD 完全对应的病名，但其临床表现，可涵盖中医“中风”、“眩晕”等病证范畴。值得注意的是，中医“络病理论”强调久病入络，认为许多慢性、复杂性疾病的病理核心在于络脉的损伤^[6]。这些中医的改变和 CSVD 的病理生理变化高度契合。因此，从“络病理论”探讨 CSVD 的发病机制和辨证论治不仅具有独特的理论优势，也可为当前诊疗提供一定参考。本研究基于前期临床观察，将 CSVD 患者进行中医络病辨证分型，旨在探讨现代影像医学的 CSVD 总负荷与传统中医学的络病证型之间的内在联系。

1 对象与方法

1.1 样本量计算

本研究为回顾性研究，样本量估算采用 GPower 3.1 软件，基于不同 CSVD 影像总负荷程度与络病证型分布的 χ^2 检验，设定效应量 Effect Size=0.3（中等效应），检验水准 $\alpha=0.05$ ，检验效能 $1-\beta=0.8$ ，所得最小样本量为 133 例，考虑到 10%的预估数据不完整率，计算得至少需要 148 例。本研究实际纳入 149 例，符合统计学要求。

1.2 研究对象

本研究最终纳入于 2024 年 10 月至 2025 年 10 月期间本院收治的 149 例 CSVD 患者。西医诊断标准：参照《中国脑小血管病诊治专家共识 2021》中 CSVD 诊断标准^[4]。中医辨证标准：参照《络病学》中脑络病常见证型，分别为脑络失荣、脑络瘀阻、脑络绌急、脑络瘀塞^[6]。纳入标准：（1）符合 CSVD 影像学及中医辨证标准；（2）年龄 40-80 岁；（3）患者知情同意并签署同意书。排除标准：（1）合并其他脑部器质性疾病（如颅脑外伤、颅内肿瘤等）；（2）颅脑感染性、代谢性或遗传性疾病；（3）重度精神障碍；（4）基线资料缺失，具体判定依据为：①头颅 MRI 序列不全或图像存在显著运动伪影，无法进行总负荷评分者；②临床关键信息缺失：性别、年龄、及高血压、糖尿病、高脂血症等主要代谢性危险因素记录不完整者；③中医辨证资料缺失：未记录舌脉象或中医症状导致无法完成络病证型评定者。本研究在数据提取阶段，已剔除资料不全者。本研究方案经本院伦理委员会审核批准（伦理审查编号：丽中医科研伦审 2026033）。

1.3 研究方法

1.3.1 一般临床资料收集

收集患者的性别、年龄、病史、血压、血糖、血脂、吸烟史、饮酒史等情况。

1.3.2 头颅磁共振检查

所有患者均于浙江中医药大学附属丽水中医院行头颅磁共振检查（德国 Siemens 公司，1.5T MRI 扫描仪）。扫描序列包括 T₁ 加权成像(T₁WI)、T₂ 加权成像(T₂WI)、液体衰

减反转恢复序列(FLAIR)、弥散加权成像(DWI)、磁敏感加权成像(SWI); T₁WI扫描参数为:重复时间:1300ms;回波时间:7.2ms;翻转角:140°;层厚:5mm;层间距:1.5mm;视野:23x23cm²;矩阵:256x256。T₂WI扫描参数为:重复时间:3800ms;回波时间:88ms;翻转角:130°;层厚:5mm;层间距:1.5mm;视野:23x23cm²;矩阵:256x256;FLAIR扫描参数为:重复时间:6500ms;回波时间:95ms;翻转角:140°;层厚:5mm;层间距:1.5mm;视野:25x25cm²;矩阵:256x256。SWI扫描参数:重复时间:54ms;回波时间:40ms;翻转角:15°;层厚:2mm;层间距:0.4mm;视野:23x23cm²;矩阵:256x256^[7]。

1.3.3 CSVD 影像学评估

CSVD 影像学标志物及总负荷由 2 名经验丰富的影像科医师在不知晓临床及中医辨证结果的情况下,共同阅片并进行评估。(分歧时协商或第 3 位主任医师裁定)。参考 2023 版 CSVD 影像诊断标准^[8]: (1) CMB: 在 T₂WI 或 SWI 序列上表现为直径 2-5mm (也可达 10mm) 的圆形或卵圆形低信号病灶。若存在,则对幕下/深部和皮质区域的 CMB 数量计数。(2) LI: 定义为直径 ≤ 15mm 信号接近脑脊液信号的圆形或卵圆形病灶,若存在,则对 LI 数量计数。(3) PVS: 基底节区和半卵圆中心分别评分,并使用 Edinburgh 团队开发的半定量评定量表对基底节区的 PVS 进行分级^[9]。0 分: 未见 PVS (0 处); 1 分 (轻度): 1-10 处; 2 分 (中度): 11-20 处; 3 分 (重度): 21-40 处; 4 分 (极重度): ≥ 40 处。(4) WMH: 采用 Fazekas 量表在 FLAIR 序列上进行半定量评分。脑室旁 WMH (0-3 分) 和深部 WMH (0-3 分) 分开评分后相加,总分 0-6 分。(5) CSVD 影像学总负荷评分范围为 0-4 分,评分越高提示脑小血管病变严重度越高。具体如下 (每满足 1 项计 1 分): CMB ≥ 1 个; LI ≥ 1 个; 基底节区 PVS ≥ 2 分; 深部 WMH Fazekas 评分 ≥ 2 分和 (或) 脑室旁 WMH Fazekas 评分 3 分。将总负荷评分分为三组: 轻度 (0-1 分)、中度 (2 分)、重度 (3-4 分)。

1.3.4 络病证型评估

由 2 名副主任及以上职称的中医师依据《络病学》中络病常见证型对患者进行独立辨证分型,分别为脑络失荣、脑络瘀阻、脑络绌急、脑络瘀塞,若意见不一,则由第 3 位高级职称医师裁决^[6]。

1.4 统计学方法

使用 SPSS 27.0 软件。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用单因素方差分析。不符合正态分布的数据以中位数 (四分位数间距) [M (Q₁, Q₃)] 表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以例数 (百分率) [n(%)] 表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

其中男性 81 例,女性 68 例。各证型组患者的年龄、性别、代谢性危险因素 (高血压/糖尿病/高脂血症) 及吸烟、饮酒史分布均衡,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 不同络病证型患者的一般资料比较

组别	年龄 ($\bar{x} \pm s$, [n(%), 例])	男性 [n(%), 例]	高血压 [n(%), 例]	糖尿病 [n(%), 例]	高血脂 [n(%), 例]	吸烟 [n(%), 例]	嗜酒 [n(%), 例]
脑络失荣 (n=53)	65.0±9.9	22 (41.5)	22 (41.5)	19 (35.8)	21 (39.6)	10 (18.9)	17 (32.1)
脑络瘀阻 (n=51)	63.5±9.4	32 (62.7)	27 (52.9)	12 (23.5)	10 (19.6)	14 (27.5)	13 (25.5)
脑络绌急 (n=20)	67.6±8.3	11 (55.0)	12 (60.0)	8 (40.0)	7 (35.0)	7 (35.0)	8 (40.0)
脑络瘀塞 (n=25)	68.0±7.7	16 (64.0)	13 (52.0)	6 (24.0)	11 (44.0)	6 (24.0)	8 (32.0)
χ^2/F	1.868	5.913	2.538	3.246	6.603	2.314	1.524
<i>P</i>	0.138	0.116	0.468	0.355	0.086	0.510	0.677

2.2 中医证型分布

149 例患者中，脑络失荣型 53 例，占 35.57%；脑络瘀阻型 51 例，占 34.23%；脑络绌急型 20 例，占 13.42%；脑络瘀塞型 25 例，占 16.78%。其中脑络失荣型最多，脑络绌急型最少。

2.3 CSVD 总负荷与络病证型的相关性

根据 CSVD 影像总负荷将研究对象分为轻度组 87 例，中度组 23 例，重度组 39 例。结果发现，不同 CSVD 影像总负荷程度分组间络病证型分布差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。脑络失荣型与脑络瘀阻型在轻度组中占比最高，分别为 46.0%与 42.5%，而脑络绌急型与脑络瘀塞型在重度组中占比最高，分别为 25.6%与 43.6%。见表 2。

表 2 不同 CSVD 影像总负荷程度的络病证型分布比较[n(%)]

组别	例数	脑络失荣	脑络瘀阻	脑络绌急	脑络瘀塞
轻度组	87	40 (46.0)	37 (42.5)	5 (5.7)	5 (5.7)
中度组	23	9 (39.1)	6 (26.1)	5 (21.7)	3 (13.0)
重度组	39	4 (10.3)	8 (20.5)	10 (25.6)	17 (43.6)
χ^2		15.143	6.599	10.789	27.889
<i>P</i>		< 0.001	0.037	0.005	< 0.001

2.4 不同络病证型患者影像学标志物比较

不同络病证型患者 WMH、CMB、LI、基底节 PVS 比较差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05)，其中脑络瘀塞型的 WMH Fazekas 评分、LI 占比明显高于其他证型，脑络瘀阻型的 CMB 占比明显高于其他证型，脑络绌急型的基底节 PVS 明显高于其他证型 (P 均 < 0.05)。见表 3。

表 3 不同络病证型患者影像学标志物比较

项目	脑络失荣 (n=53)	脑络瘀阻 (n=51)	脑络绌急 (n=20)	脑络瘀塞 (n=25)	<i>P</i>	χ^2/H
WMH Fazekas 评分 [分, $M(Q_1, Q_3)$]	2.00 (2.00,2.00)	2.00 (2.00,3.00)	3.00 (2.00,4.00)	4.00 (2.00,5.00)	<0.001	30.112

CMB [n(%)]	13 (24.5)	16 (31.4)	11 (55.0)	15 (60.0)	0.005	12.695
LI [n(%)]	12 (22.6)	15 (29.4)	14 (70.0)	18 (72.0)	<0.001	27.286
基底节 PVS [分, M(Q ₁ , Q ₃)]	1.00 (1.00, 1.00)	1.00 (0.00, 1.00)	2.50 (1.00, 4.00)	2.00 (1.00, 3.50)	<0.001	30.110

注：WMH/PVS 采用 Kruskal-Wallis H 检验，报告 H 值；CMB/LI 采用 χ^2 检验，报告 χ^2 值。

3 讨论

中医理论中，部分 CSVD 患者呈现类中风表现，故常将其归为中风中“中经络”证型。但是 CSVD 本质上是一种隐匿起病、缓慢进展的疾病，其临床表现谱系广泛，不仅包括局灶性神经功能缺损，还会出现进行性认知功能下降、情感障碍及步态不稳等多种非运动症状。这种复杂且渐进演变的特征，已远超“中经络”证型所主要描述的急性、偏于运动功能障碍的病理范畴。传统分类的局限性可能导致对 CSVD 多维度、进行性损伤的病因病机认识产生偏差，进而影响治疗的长期针对性和整体干预效果。相较于传统分型，中医“络病理论”为理解 CSVD 提供了更为本质和契合的框架。该理论强调“久病入络”，其核心病机在于微小络脉的功能与结构异常，这与 CSVD 以脑内小动脉、微动脉等为主要受累部位的病理基础高度契合。CSVD 作为累及脑内微小血管的全脑性疾病，其临床诊断高度依赖于 MRI 影像标志物^[10]。而影像学总负荷评分综合量化 4 种影像标志物信息，可全面评估 CSVD 的全脑损伤程度，对神经功能缺损及预后具有预测价值^[11,12]。因此本研究将影像学总负荷评分与络病辨证体系相结合，以期为中医辨证提供影像依据，提升诊疗精准性。

本研究发现，随着 CSVD 影像学总负荷的加重，中医证型呈现出由脑络失荣、脑络瘀阻向脑络绌急、脑络瘀塞的演变趋势。CSVD 轻度组中，以脑络失荣和脑络瘀阻为主。其病机核心在于“虚”与“瘀”。“虚”为始，即脑络失荣，多因年高体弱、脏腑亏虚，气血生化乏源，无力推动血液上荣脑窍，络脉失养。这与现代医学认为的慢性脑低灌注作为 CSVD 的始动环节相一致^[13]。持续的低灌注状态可能参与了少突胶质细胞能量代谢紊乱和缺血性脱髓鞘过程，进而与白质纤维束的结构完整性受损相关，提示其可能是 WMH 的病理基础之一^[14]。低灌注还可引发缺氧，损害间质液引流系统，从而可能促进基底节区扩大的 PVS 的形成^[15,16]。故此时患者影像负荷尚轻，以少量扩大的 PVS 或轻度 WMH 为主。此阶段属“本虚标实，以虚为主”，临床表现多为头晕、健忘、神疲乏力等非特异性症状。“瘀”为继，即脑络瘀阻，可在因虚致瘀的基础上发展而来，亦可独立产生。高血压、高血糖等危险因素直接损伤血管内皮，可能伴随血行不畅，形成“瘀”。这与中医重视从“瘀”、“虚”论治 CSVD 的思路高度一致^[17]。瘀阻伤络，络伤血溢可能与脑微血管破裂、血液外渗存在联系，进而表现为 CMB，提示疾病由功能性失调向器质性损伤的过渡。CMB 是脑内微小血管破裂或血液微量渗漏所致的微量出血^[18]。其与中医“离经之血即为瘀”的认识相通。本研究中，脑络瘀阻型患者的 CMB 发生率相对较高，这为从影像学角度深入认识中医“瘀血不去、血不归根”的微观病理基础提供了有益线索。

随着络病进展，脑络绌急或瘀阻程度加重，往往伴随微循环灌注与血管功能稳态的损害，提示其可能参与了 CSVD 影像标志物的加重过程。本研究观察到在中度组患者中，脑络绌急比例显著增加，临床常见发作性眩晕、一过性肢体功能障碍。此期的影像学表现为

进行性加重的 WMH 及显著增高的 PVS 扩大。中医认为“绌急”乃脉络拘挛、气血不通之象，常与“风”“痰”相关^[6]。从现代病理生理角度审视，“绌急”可理解为脑血管舒缩功能严重失调、血流动力学紊乱的病理状态。这种状态可能与一过性或间歇性的脑组织灌注不足有关，可能解释了患者出现的发作性临床症状的关键机制。而持续的脑络绌急状态，叠加潜在的“痰、瘀”病理产物，可能影响到脑内微循环环境。具体而言，瘀阻可能干扰小动脉的搏动性，而痰湿则可能阻碍组织间液的正常流动与交换。两者共同作用，可能影响脑内类淋巴系统的功能。类淋巴系统主要负责脑脊液与组织间液之间的物质交换以及代谢废物的清除，由星形胶质细胞的终足和血管壁之间的间隙组成，这些间隙被称为 PVS，是类淋巴系统的重要组成部分^[19]。有研究表明，扩大的 PVS 是脑内类淋巴系统清除功能障碍的标志^[20]。类淋巴通路受阻，代谢废物清除障碍，间质液积聚，可能伴随着 PVS 扩大。

在重度组患者中，脑络瘀塞成为主导证型，是络病发展的终末阶段，其影像学表现最为严重，WMH Fazekas 评分、扩大的 PVS 与 LI、CMB 发生率均为最高。此时络脉闭塞，脑髓失充，脑络已被痰瘀实邪严重壅塞，气血灌注受阻，这种状态可能不仅会加重微循环障碍，并可能伴有血脑屏障（Blood-Brain Barrier, BBB）的结构与功能破坏，往往与持续性神经功能缺损相关，临床多见半身不遂、语言蹇涩等后遗症。研究表明，BBB 功能障碍引发的 β 淀粉样蛋白清除障碍是 CSVD 相关认知损伤的关键病理机制之一^[21]。BBB 受损后，血浆蛋白等大分子物质渗入脑实质，一方面加重血管源性水肿，使 WMH 范围扩大并趋于不可逆，形成永久性轴索损伤；另一方面，炎症细胞和毒性物质的侵入会触发级联反应，形成“毒损脑络”的恶性循环，最终伴随微小血管完全闭塞及腔隙性梗死的发生^[22]。这可能解释了为何脑络瘀塞证患者的全脑损伤负荷最重。

本研究揭示了 CSVD 影像学总负荷与中医络病证型之间存在相关性，证型分布随总负荷加重呈现规律性演变趋势。从脑络失荣逐渐进展到脑络瘀塞，患者的临床表现越来越重，同时影像学总负荷评分也越来越高，影像标志物的严重程度也有所提高；这种影像学评分或可为中医络病辨证提供影像学参考。

本研究亦存在若干局限性：（1）样本量有限且来源单一，未来需扩大研究范围；

（2）CSVD 影像学总负荷评分体系仍在发展中，未来可纳入脑萎缩等标志物以更全面评估脑损伤；（3）本研究采用的中医证型诊断标准虽基于共识，但仍存在一定主观性。未来研究可引入证候要素量化评分，以提升中医辨证的标准化和可重复性；（4）本研究为横断面设计，未动态观察证型随疾病进展的转化规律，后续需通过长期随访揭示证候演变过程。

参考文献:

- [1] 中华医学会神经病学分会，中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国脑小血管病诊治指南 2020[J].中华神经科杂志，2022，55（8）:807-818.
- [2] Gao Y, Li D, Lin J, et al. Cerebral small vessel disease: pathological mechanisms and potential therapeutic targets[J]. Front Aging Neurosci, 2022, 14: 961661.
- [3] Bordes C, Sargurupremraj M, Mishra A, et al. Genetics of common cerebral small vessel disease[J]. Nat Rev Neurol, 2022, 18(2): 84-101.
- [4] 胡文立，杨磊，李譔婷，等.中国脑小血管病诊治专家共识 2021[J].中国卒中杂志，2021，16(7):716-726.

- [5] 刘丹, 王涛, 魏梅, 等.磁共振灌注成像技术在脑小血管病中的应用及研究进展[J].磁共振成像, 2023, 14(12):136-140.
- [6] 吴以岭.络病学[M].2版.北京:中国中医药出版社, 2017.
- [7] 蓝海源.深髓静脉评分及细胞外液的增加和脑白质高信号负荷相关性研究[D].杭州:浙江中医药大学, 2024.
- [8] Duering M, Biessels G J, Brodtmann A, et al. Neuroimaging standards for research into small vessel disease—advances since 2013[J]. *Lancet Neurol*, 2023, 22(7): 602-618.
- [9] Doubal F N, Maclullich A M J, Ferguson K J, et al. Enlarged perivascular spaces on MRI are a feature of cerebral small vessel disease[J]. *Stroke*, 2010, 41(3): 450-454.
- [10] 孙金鹏, 徐运.脑小血管病诊疗关键问题的解决思路和临床研究进展[J].中风与神经疾病杂志, 2025, 42(12):1085-1088.
- [11] Georgakis M K, Fang R, Düring M, et al. Cerebral small vessel disease burden and cognitive and functional outcomes after stroke: a multicenter prospective cohort study[J]. *Alzheimers Dement*, 2023, 19(4): 1152-1163.
- [12] 康晓萌, 李华兵.磁共振成像技术在脑小血管疾病与血管性认知障碍中的应用及研究进展[J].磁共振成像, 2022, 13(9):132-135.
- [13] Manukjan N, Majcher D, Leenders P, et al. Hypoxic oligodendrocyte precursor cell-derived VEGFA is associated with blood–brain barrier impairment[J]. *Acta neuropathol commun*, 2023, 11(1): 128.
- [14] 杨佳怡, 毛海霞, 方向明.脑小血管病相关脑白质高信号与认知障碍相关性的影像学研究进展[J].磁共振成像, 2026, 17(1):146-153.
- [15] Du H, Chen C, Ye C, et al. Association between steno-occlusive middle cerebral artery and basal ganglia perivascular spaces[J]. *Front Neurol*, 2020, 11: 293.
- [16] Yamasaki T, Ikawa F, Ichihara N, et al. Factors associated with the location of perivascular space enlargement in middle-aged individuals undergoing brain screening in Japan[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2022, 223: 107497.
- [17] 乔天慈, 韩燕, 王永炎.基于病络学说分期论治脑小血管病[J].北京中医药大学学报, 2024, 47(5):593-597.
- [18] Wu Y, Chen T. An up-to-date review on cerebral microbleeds[J]. *J Stroke Cerebrovasc dis*, 2016, 25(6): 1301-1306.
- [19] Kofler J, Wiley C A. Microglia: key innate immune cells of the brain[J]. *Toxicol Pathol*, 2011, 39(1): 103-114.
- [20] 包璇, 金华, 司美龙, 等.基于玄府-脑络与神经血管单元的相关性分析脑小血管病的病机治法[J].世界科学技术-中医药现代化, 2026, 28(2):523-531.
- [21] 王天任, 杜冰滢, 毕晓莹.中枢淋巴系统在脑小血管病相关认知障碍中的作用研究进展[J].海军军医大学学报, 2026, 47(1):105-111.
- [22] 李澎涛, 王永炎, 黄启福.“毒损脑络”病机假说的形成及其理论与实践意义[J].北京中医药大学学报, 2001, (1):1-6+16.